



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04276627 A**(43) Date of publication of application: **01.10.92**(51) Int. Cl. **H01L 21/322**(21) Application number: **03038676**(71) Applicant: **FUJITSU LTD**(22) Date of filing: **05.03.91**(72) Inventor: **SHIRAKAWA YOSHIMI  
KANEDA HIROSHI**(54) **SEMICONDUCTOR DEVICE PRODUCTION  
METHOD**

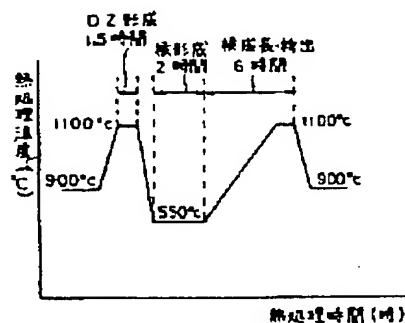
intrinsic getterings formed.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To improve characteristics by conducting heat treatment on silicon crystals which contain impurity carbon at a temperature by which the concentration of C-O complexes, which are the core for oxygen deposition, reach a specified value and then conducting core growth heat treatment.

**CONSTITUTION:** Heat treatment is conducted for 1-4 hours at a heat treatment temperature of 950-1250°C on silicon crystals which have an impurity carbon concentration of 0.5ppm or higher, but are below the solid solubility limit in order to form defect-free layers. Then heat treatment is conducted for 1-24 hours at a heat treatment temperature of 350-600°C on these defect silicon crystals with defect-free layers so that compound defects of impurity oxygen and impurity carbon are formed. After that the temperature of these silicon crystals in which compound defects are formed is raised to 900-1,250°C at a temperature speed of 0.2-3.0°C/min., heat treatment is conducted, and



**THIS PAGE BLANK (USPT.,**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-276627

(43) 公開日 平成4年(1992)10月1日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/322

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Y 8617-4M

審査請求 未請求 請求項の数2(全4頁)

(21) 出願番号 特願平3-38676

(22) 出願日 平成3年(1991)3月5日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 白川 良美

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 金田 寛

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 寒川 誠一

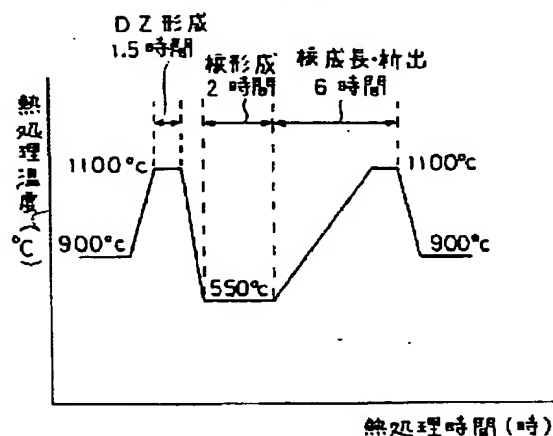
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 半導体装置の製造方法、特に、シリコン結晶基板のイントリンシックゲッタリング (Intrinsic Gettering) 熱処理方法に関し、シリコン結晶中の酸素析出核となるC-O複合体欠陥濃度を増加させ、効率的にイントリンシックゲッタリングをなす方法を提供することを目的とする。

【構成】 不純物炭素濃度が0.5 ppm 以上固溶限度以下であるシリコン結晶に950~1250℃の熱処理温度をもって1~4時間の期間熱処理を実行して無欠陥層を形成し、この無欠陥層の形成されたシリコン結晶に350~600℃の熱処理温度をもって1~24時間の期間熱処理を実行して不純物酸素と不純物炭素との複合体欠陥を形成し、この複合体欠陥の形成されたシリコン結晶を0.2~3.0℃/minの昇温速度をもって900~1250℃の温度に昇温して熱処理を実行しイントリンシックゲッタリングをなすように構成する。

1 C熱処理工程図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 不純物炭素濃度が0.5ppm以上固溶限度以下であるシリコン結晶に950～1250℃の熱処理温度をもって1～4時間の期間熱処理を実行して無欠陥層を形成し、該無欠陥層の形成された前記シリコン結晶に350～600℃の熱処理温度をもって1～24時間の期間熱処理を実行して不純物酸素と不純物炭素との複合体欠陥を形成し、該複合体欠陥の形成された前記シリコン結晶を0.2～3.0℃/minの昇温速度をもって900～1250℃の温度に昇温して熱処理を実行しイントリンシックゲッタリングをなす工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記シリコン結晶を350～600℃の熱処理温度をもって1～24時間の期間熱処理を実行する工程と前記シリコン結晶を0.2～3.0℃/minの昇温速度をもって900～1250℃の温度に昇温して熱処理を実行する工程との組を複数回繰り返し実行することを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体装置の製造方法、特に、シリコン結晶基板のイントリンシックゲッタリング(Intrinsic Gettering)熱処理方法(以下、IG熱処理方法と云う。)に関する。

【0002】 半導体装置に使用されるシリコン結晶は過飽和の不純物酸素を含んでおり、この結晶に熱処理を施すと酸素がシリコンの酸化物として析出する。この析出物による欠陥が、結晶に混入した金属不純物等をゲッタリングすることはよく知られており、この作用は実際の半導体装置の製造に積極的に利用されている。反面、析出物が素子領域に発生すると素子特性を劣化させる原因になる。

【0003】 よって、シリコン結晶基板中の不純物酸素の析出する位置及び速度を精度よく制御するIG熱処理方法の確立が重要である。

## 【0004】

【従来の技術】 シリコン結晶中の不純物酸素の析出する速度及び量は、その結晶中に不純物炭素が存在すると促進されることは知られており、この炭素の反応を利用すれば低酸素濃度のシリコン結晶中の不純物酸素の析出が容易になる筈である。

【0005】 ところが、不純物酸素の析出のメカニズムがこれまで明らかでなかったため、IG熱処理条件に不純物炭素の影響を正確に考慮に入れることができず、不純物炭素を含むシリコン結晶のIG熱処理方法は確立されていなかった。

【0006】 図5に従来のIG熱処理工程を示す。先ず、1000℃以上、例えば1100℃の温度をもって1.5時間熱処理を実行して無欠陥層(Denuded Zone)を形成し、次に、650～800℃、例えば700℃の温度をもつ

て4時間熱処理を実行して酸素析出の核を形成した後、再び1100℃の温度に昇温して酸素析出核を成長・析出させている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 不純物炭素を含むシリコン結晶に熱処理を施すと、不純物酸素(O<sub>1</sub>)は不純物炭素(C<sub>s</sub>)に接近してC-O複合体欠陥を形成し、これが酸素析出核となるが、本発明の発明者は、650～800℃の温度をもって熱処理を実行すると、このC-O複合体欠陥は解離する方向に反応が進み、C-O複合体濃度が減少することを見出した。以下にこの実験内容を説明する。

【0008】 図3は、不純物酸素(O<sub>1</sub>)濃度が15ppmであり、不純物炭素(C<sub>s</sub>)濃度が6ppmであるシリコン結晶に450～800℃の温度をもって熱処理を施した場合の熱処理時間とC-O複合体濃度との関係を、熱処理温度をパラメータとして求めたグラフである。C-O複合体濃度は熱処理温度が600℃以下の場合には熱処理によって増加し、600℃以上の場合には逆に減少し、比較的短期間で平衡状態に達する。なお、この平衡状態のC-O複合体濃度はシリコン結晶中の不純物酸素(O<sub>1</sub>)濃度と不純物炭素(C<sub>s</sub>)濃度と熱処理温度とによって決定されることが確認されている。

【0009】 このように、従来使用されている熱処理温度をもって熱処理を実行すると、酸素析出核であるC-O複合体濃度が減少し、十分な酸素析出量が得られないということが明らかとなった。

【0010】 本発明の目的は、この欠点を解消することにより、シリコン結晶中の酸素析出核となるC-O複合体欠陥濃度を増加させ、効率的にイントリンシックゲッタリングをなす方法を提供することにある。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 上記の目的は、不純物炭素濃度が0.5ppm以上固溶限度以下であるシリコン結晶に950～1250℃の熱処理温度をもって1～4時間の期間熱処理を実行して無欠陥層を形成し、この無欠陥層の形成された前記のシリコン結晶に350～600℃の熱処理温度をもって1～24時間の期間熱処理を実行して不純物酸素と不純物炭素との複合体欠陥を形成し、この複合体欠陥の形成された前記のシリコン結晶を0.2～3.0℃/minの昇温速度をもって900～1250℃の温度に昇温して熱処理を実行しイントリンシックゲッタリングをなす工程を含む半導体装置の製造方法によって達成される。なお、前記のシリコン結晶を350～600℃の熱処理温度をもって1～24時間の期間熱処理を実行する工程と前記のシリコン結晶を0.2～3.0℃/minの昇温速度をもって900～1250℃の温度に昇温して熱処理を実行する工程との組を複数回繰り返し実行すると効果的である。

## 【0012】

【作用】不純物炭素を含むシリコン結晶に600℃以下の温度をもって熱処理を施すと、図3に示す実験結果から明らかなように結晶中のC-O複合体濃度は増加する。

【0013】酸素析出核となるC-O複合体濃度が増加すれば、下記の実験結果が示すように、その後に実施される熱処理工程において酸素析出物は増加する。

【0014】図4に、シリコン結晶に700℃の温度をもって熱処理を施した場合の熱処理時間と不純物酸素(Oi)濃度の変化との関係を示す。図中破線をもって示すAのグラフは700℃の温度をもって熱処理を施す前に450℃の温度をもってプレアニールを施した場合の結果を示し、実線をもって示すBのグラフは、プレアニールを施さない場合の結果を示す。両者を比較すると、450℃の温度をもってプレアニールを施した場合(グラフA)の方が不純物酸素(Oi)濃度の低下が大きくなっている。不純物酸素濃度の低下が大きいということは、酸素析出量が多いことを意味しており、450℃の温度をもってプレアニールすると酸素析出核となるC-O複合体濃度が増加し、その後に実行される酸素析出核成長熱処理工程において酸素析出量が増加することを示している。

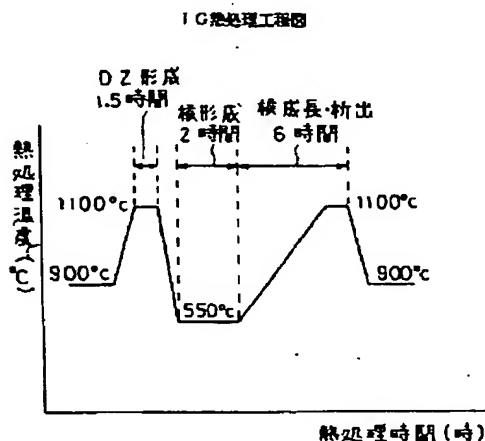
【0015】図5に、不純物酸素(Oi)濃度が15ppmであり、不純物炭素を含まないシリコン結晶に上記と同一の熱処理を施しても酸素析出物は殆ど発生しない。このことは、不純物炭素を含むシリコン結晶においてはC-O複合体が酸素析出核の働きをすることを示している。

【0016】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の一実施例に係るIG熱処理方法について説明する。

【0017】不純物酸素(Oi)濃度が15ppmであり、

【図1】



不純物炭素(Cs)濃度が6ppmであるシリコン結晶に図1に示す熱処理工程をもって熱処理を実行する。すなわち、まず1100℃の温度をもって1.5時間熱処理を施してシリコン結晶の表面に無欠陥層(DZ)を形成し、次いで、550℃の温度をもって2時間熱処理を施して酸素析出核となるC-O複合体濃度を増加させる。次に1.8℃/minの速度をもって徐々に1100℃の温度まで昇温し、この温度に約1時間保持して酸素析出核を成長・析出させイントリンシックゲッタリング層を形成する。なお、昇温速度が大きすぎると酸素析出核であるC-O複合体が逆に解離するので徐々に昇温させる必要がある。

【0018】なお、前記のC-O複合体濃度を増加させる熱処理工程と、その核を成長させて析出させる熱処理工程とを、図2に示すように、複数回繰り返し実行して酸素析出量を増加させることも可能である。

【0019】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明に係る半導体装置の製造方法については、不純物炭素を含むシリコン結晶に、酸素析出核となるC-O複合体濃度が所望の値となるような温度をもって熱処理を実行した後に核成長熱処理をなしているので効率的にイントリンシックゲッタリングをなすことができ、このシリコン結晶を使用して特性の良い半導体装置を製造することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るIG熱処理工程図である。

【図2】本発明に係るIG熱処理工程図である。

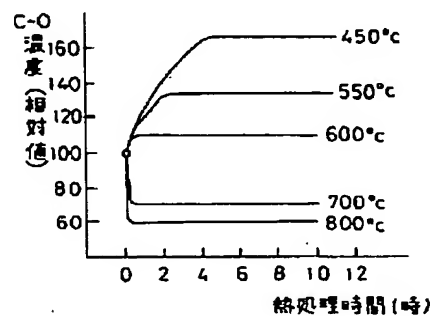
【図3】熱処理温度をパラメータとするC-O濃度と熱処理時間との関係を示すグラフである。

【図4】不純物酸素濃度と熱処理時間との関係を示すグラフである。

【図5】従来技術に係るIG熱処理工程図である。

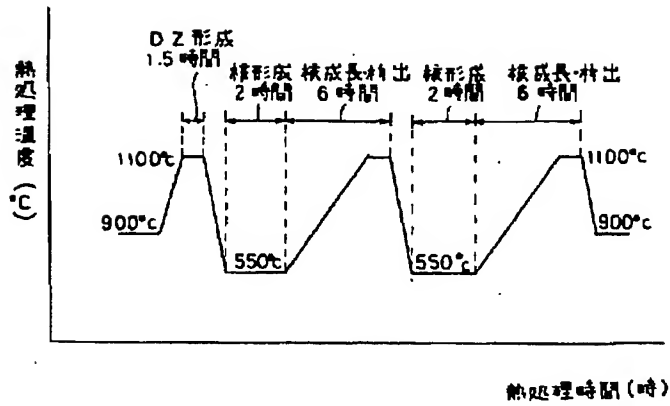
【図3】

各熱処理温度におけるC-O濃度と熱処理時間との関係



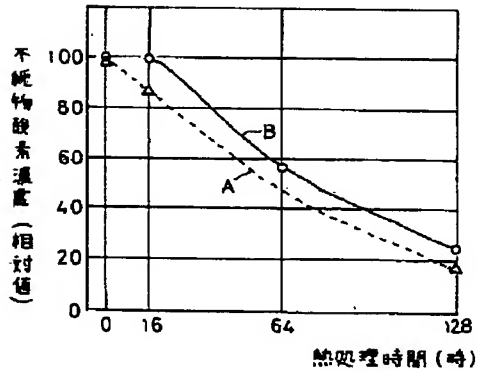
【図2】

IG熱処理工程図



【図4】

不純物酸素濃度と熱処理時間との関係



【図5】

従来技術に係るIG熱処理工程図

